

УДК 669.245:621.762

О. Ю. Татаренко^{*}, О. С. Петухова

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
г. Москва

**olya.tatarenko94@gmail.com*

Научный руководитель – доцент, канд. техн. наук Л. В. Федорова

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БАРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА, ПОЛУЧЕННОГО
МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ
ИЗ МЕТАЛЛОПОРОШКОВОЙ КОМПОЗИЦИИ
СТРУКТУРНОСТАБИЛЬНОГО ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО
СПЛАВА ВЖ159**

В работе проведено исследование механических свойств материала заготовок, полученных методом селективного лазерного сплавления из металлопорошковой композиции структурностабильного сплава ВЖ159. Показано, что технология селективного лазерного сплавления и последующая термическая обработка обеспечивают высокие механические свойства по сравнению с аналогом по применению.

Ключевые слова: металлопорошковая композиция, селективное лазерное сплавление, механические свойства.

О. Y. Tatarenko, O. S. Petuhova

**STUDY OF THE EFFECT OF BAROTHERMIC TREATMENT ON THE THE
MECHANICAL PROPERTIES OF THE MATERIAL OBTAINED BY THE
METHOD OF SELECTIVE LASER MELTING OF METAL-POWDER
COMPOSITION STRUCTUREBLE HEAT-RESISTANT NICKEL ALLOY**

The paper investigates the mechanical properties the material of blanks obtained by the method of selective laser alloying from the metalpowder composition of the structurally stable alloy VZh159. It is shown that the technology of selective laser fusion and subsequent heat treatment provides high mechanical properties in comparison with the analog for use.

Keywords: metalpowder composition, selective laser alloying, mechanical properties.

Методом селективного лазерного сплавления по выбранному оптимальному режиму из металлопорошковой композиции структурностабильного сплава ВЖ159 изготовлены заготовки образцов размерами Ø 18 x 72 мм в горизонтальной и вертикальной ориентации для проведения дальнейших исследований.

Проведены исследования механических характеристик (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение) при различных температурах и длительной прочности при 800°C образцов после проведения БТО (баротермической обработки).

По опыту работы с другими материалами именно испытания на длительную прочность позволяют выявить системные структурные нарушения синтезированного материала, даже когда значения кратковременной прочности находятся на высоком уровне [1]. Результаты испытаний приведены в табл. 1, испытания проводились по ГОСТ 10145–81.

Таблица 1

Длительная прочность материала (при 800 °С), синтезированного из металлопорошковой композиции сплава ВЖ159, после БТО

№ образца	$T_{\text{исп}}, ^\circ\text{C}$	$\sigma, \text{МПа}$	$\tau_p, \text{час}$
1 (Z)	800	180	168
2 (Z)			169
3 (XY)			144
4 (XY)			167
Паспорт № 1668 на сплав ВЖ159			≥ 100

Как видно из табл. 1, длительная прочность синтезированных образцов не зависимо от ориентации превышает паспортные характеристики на деформированный полуфабрикат из сплава ВЖ159 (≥ 100 ч) [1, 2].

Проведено исследование механических свойств экспериментальных образцов, изготовленных методом селективного лазерного сплавления из металлопорошковой композиции структурностабильного сплава ВЖ159 при температурах (20, 600, 700, 800 и 1000 °С), испытания проводились по ГОСТ 1497–84. Результаты приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Механические свойства материала (при 20°C), синтезированного из металлопорошковой композиции сплава ВЖ159, после БТО

№ образца	$\sigma_B, \text{МПа}$	$\sigma_{0,2}, \text{МПа}$	$\delta_5, \%$	$\psi, \%$
1	1200	740	27,5	28,0
2	1195	735	28,0	28,5
3	1215	755	28,5	29,0
4	1210	735	26,0	26,5
5	1190	710	24,0	23,5
6	1205	730	27,5	27,0

ТУ 1–595–3–624–2001 на сплав ВЖ159	980	490	30	35
---------------------------------------	-----	-----	----	----

Таблица 3

Механические свойства материала
(при 600, 700, 800 и 1000 °С), синтезированного из металлопорошковой
композиции сплава ВЖ159, после БТО

№ образца	Температура испытаний, °С	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_5 , %	ψ , %
1	600	885	685	22	24
2		875	670	23	24
3		885	680	24	26
4		825	615	33	35
5		830	625	33,5	36
6		820	615	34	37
7	700	820	570	16,5	17
8		825	575	15	16,5
9		830	580	16	17,5
10		815	565	17	18
11		815	570	19	20
12		810	560	19,5	21
13	800	660	370	28,5	30
14		665	380	26	29,5
15		650	345	28,5	30,5
16		630	325	38	41
17		640	340	25,5	39
18		625	310	38	42
19	1000	150	80	58	63
20		150	75	53	62
21		160	75	57	62
22		145	70	63	70
23		150	75	68	73,5
24		150	70	68	72

Исследования механических характеристик при повышенных температурах показали, что материал, синтезированный из металлопорошковой композиции сплава ВЖ159, имеет высокие прочностные характеристики при рабочих температурах (800 °С) за счет высокой структурной стабильности. Температура 1000 °С является предельной температурой «заброса» для данного материала, что соответствует аналогичным показателям деформированного материала [2].

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что проведение последующей баротермической обработки образцов, изготовленных методом селективного лазерного сплавления,

является перспективной с точки зрения высоких значений механических характеристик и низких значений пористости материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каблов Е. Н. Создание современных жаропрочных материалов и технологий их производства для авиационного двигателестроения / Е. Н. Каблов, Б. С. Ломберг, О. Г. Оспенникова // Крылья Родины. 2012. № 3–4. С. 34–38.
2. Высокожаропрочные деформируемые никелевые сплавы для перспективных газотурбинных двигателей и газотурбинных установок/ Б. С. Ломберг [и др.] // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2011. Спец. выпуск. С. 98–103.